

# SEÇÃO VI - MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

## LEGUMINOSAS ESTIVAIS INTERCALARES COMO FONTE DE NITROGÊNIO PARA O MILHO, NO SUL DO BRASIL<sup>(1)</sup>

E. SPAGNOLLO<sup>(2)</sup>, C. BAYER<sup>(3)</sup>, L. P. WILDNER<sup>(4)</sup>, P. R. ERNANI<sup>(5)</sup>,  
J. A. ALBUQUERQUE<sup>(5)</sup> & M. M. PROENÇA<sup>(6)</sup>

### RESUMO

O uso de leguminosas para cobertura do solo e suprimento de N é uma técnica importante na conservação do solo e redução dos custos em fertilizantes minerais. No sul do Brasil, o enfoque principal da pesquisa tem sido sobre espécies de ciclo hibernar. No presente estudo, avaliou-se o efeito do cultivo intercalar de quatro leguminosas estivais [feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), guandu anão (*Cajanus cajan*), mucuna cinza (*Stizolobium niveum*) e soja preta (*Glycine* sp.)] no fornecimento de N e rendimento de grãos do milho, em três doses de N mineral (0, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>), em comparação a um tratamento-testemunha, sem leguminosa. Dois experimentos foram realizados, em sistema de preparo mínimo-PM (1993 a 1997), com abertura de sulcos para semeadura do milho feita com arado de tração animal, e em sistema de preparo convencional-PC (1994 a 1997), com aração e duas gradagens na primavera-verão, num Latossolo Vermelho distroférrico, em Chapecó (SC). Na média das safras, a produção de matéria seca das leguminosas estivais variou de 1,26 a 5,48 Mg ha<sup>-1</sup>, e o N na fitomassa da parte aérea, de 31 a 132 kg ha<sup>-1</sup>. Em comparação ao tratamento-testemunha, sem N mineral, as leguminosas aumentaram o rendimento do milho em 17 a 93 % (423 a 2.256 kg ha<sup>-1</sup>), no PC, e em 12 a 43 % (281 a 1.030 kg ha<sup>-1</sup>), no PM, sendo estes incrementos equivalentes à aplicação de 12 a > 120 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral no PC e de 50 a 86 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral no PM. Portanto, o cultivo intercalar de leguminosas estivais, além de proteger o solo, representa uma técnica promissora no fornecimento de N e aumento de rendimento do milho, recomendada principalmente para pequenas propriedades rurais, onde a colheita do milho é manual.

**Termos de indexação:** plantas de cobertura, leguminosas estivais, cultivo intercalar, nitrogênio, milho.

<sup>(1)</sup> Pesquisa realizada com recursos do projeto Microbacias/BIRD e do PPG-Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. Recebido para publicação em maio de 2000 e aprovado em dezembro de 2001.

<sup>(2)</sup> Mestrando do PPG-Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. Caixa Postal 281, CEP 88520-000 Lages (SC). E-mail: a2070078@alunop.ufsm.br

<sup>(3)</sup> Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Av. Bento Gonçalves 7712, Caixa Postal 776, CEP 90001-970 Porto Alegre (RS). Bolsista do CNPq. E-mail: cimelio.bayer@ufrgs.br

<sup>(4)</sup> Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI S.A. Caixa Postal 791, CEP 89901-970 Chapecó (SC). E-mail: cppp@epagri.rct-sc.br

<sup>(5)</sup> Professor do Departamento de Solos da UDESC. Bolsista do CNPq. E-mail: a2pre@cav.udesc.br; a2ja@cav.udesc.br

<sup>(6)</sup> Estudante de Agronomia da UDESC. Lages (SC). Bolsista de IC do CNPq.

# **SUMMARY: SUMMER LEGUMES INTERCROPS AS A MAIZE NITROGEN SOURCE IN SOUTHERN BRAZIL**

*The use of legume cover crops contributes to soil conservation and would be an economical N source to maize. Since only winter legumes were evaluated in southern Brazil, this study was carried out to assess the effect of four intercropped summer species (Canavalia ensiformis, Cajanus cajan, Stizolobium niveum and Glycine sp.) on N supply and maize yield increase, in comparison with a control treatment, without legume cover crops. Cropping system effects on maize crop were evaluated under three mineral N rates (0, 60 and 120 kg ha<sup>-1</sup>), in two individual long-term trials, under reduced tillage (RT) or conventional tillage (CT), from 1993 to 1998. Both experiments were conducted on a Hapludox in the northwest of Santa Catarina State. Averaged across years, dry matter yield of legume species varied from 1.26 to 5.48 Mg ha<sup>-1</sup>, and N in aboveground phytomass from 31 to 132 kg ha<sup>-1</sup>. In comparison with the control treatment, without cover crops and mineral N, the legumes increased maize yield in a magnitude that ranged from 17 to 93 % (423 to 2256 kg ha<sup>-1</sup>) on CT, and from 12 to 43 % (281 to 1031 kg ha<sup>-1</sup>) on RT, and these increments were equivalent to those promoted by amounts of mineral N varying from 12 to > 120 kg ha<sup>-1</sup> under CT, and from 50 to 86 kg ha<sup>-1</sup>, under RT. Besides protecting the soil, cultivation of summer legumes in a maize-legume intercrop enhances N availability and maize yield in the following season. Thus, it is an alternative N source, especially for small farms where maize is manually harvested.*

*Index terms: Cover crops, summer legumes, intercrops, nitrogen, maize.*

## **INTRODUÇÃO**

A cultura do milho ocupa aproximadamente 1/3 da área cultivada com cereais no Brasil, algo próximo de 12 milhões de ha, com uma produtividade média que varia de 0,6 a 3,8 Mg ha<sup>-1</sup> (safrá 1997/1998) (Instituto, 1999). É uma cultura exigente em N, o qual representa aproximadamente 50 % do custo total com fertilizantes. Vários estudos têm buscado fontes alternativas de N para o milho, destacando-se o uso de esterco de suínos (Scherer & Castilhos, 1994) e de aves (Ernani & Gianello, 1982).

A utilização de leguminosas para cobertura do solo em sistemas de rotação de culturas apresenta-se como uma alternativa para o suprimento parcial ou total de N para o milho e pode representar uma economia nos custos com a fertilização (Blevins et al., 1990; Amado, 1997; Bayer et al., 1998). Além do suprimento de N, a cobertura do solo por essas espécies pode determinar um aumento no rendimento das culturas comerciais, considerando a manutenção da umidade do solo (Sarrantonio & Scott, 1988; Salton & Mielniczuk, 1995), a diminuição das temperaturas máximas, da amplitude térmica (Salton & Mielniczuk, 1995) e da incidência de ervas daninhas (Jeranyama et al., 1998), assim como a reciclagem de nutrientes como o P e K (De Maria & Castro, 1993).

As pesquisas com o uso de leguminosas para cobertura do solo têm enfocado principalmente

espécies de ciclo hibernar. As espécies de verão (estivais), entretanto, têm demonstrado maior rusticidade, capacidade de fixação do N atmosférico e controle de inços do que as hibernais (Monegat, 1996; Wildner & Dadalto, 1992).

Na região Sul do Brasil, as espécies estivais têm produzido de 3,20 a 16,10 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca, com quantidades de N variando de 60 a 260 kg ha<sup>-1</sup> na fitomassa da parte aérea (Aita, 1997). Nesta região, a inclusão de leguminosas estivais em sistemas de produção de milho pode anteceder o cultivo de milho ou ser feita de forma intercalar (Scherer & Baldissera, 1988). Na primeira situação, as plantas de cobertura são fontes imediatas de N para o milho, e para isso é importante que não ocorra o deslocamento do plantio do milho para uma época não recomendada. Na segunda, o N presente na fitomassa das plantas de cobertura somente será absorvido pelo milho na safrá seguinte. Nessa condição, é importante que o período de semeadura das espécies de cobertura seja adequado para permitir que seja alcançada a máxima produção de fitomassa pelas culturas, sem que haja competição com o milho por água, luz e nutrientes.

Este estudo objetivou avaliar o efeito do cultivo intercalar de leguminosas estivais para cobertura do solo no fornecimento de N e rendimento de grãos do milho, num Latossolo Vermelho distroférrico, localizado na região oeste do estado de Santa Catarina.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização do local

O estudo foi constituído por dois experimentos, realizados nos sistemas de preparo mínimo (PM) e convencional (PC), na área experimental do Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades (CPPP), da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI S/A), em Chapecó, SC. Utilizou-se um Latossolo Vermelho distroférrico (Embrapa, 1999), com 65 g kg<sup>-1</sup> de areia, 265 g kg<sup>-1</sup> de silte e 670 g kg<sup>-1</sup> de argila.

A declividade aproximada do local é de 10 %, e os experimentos foram dispostos em curvas de nível adjacentes. Anterior à instalação dos experimentos, as áreas foram cultivadas com culturas anuais em sistema de preparo convencional, com aração e gradagem, durante aproximadamente 23 anos. Entretanto, o histórico de culturas e de adubação das duas áreas experimentais foi diferente, o que resultou em níveis distintos de fertilidade do solo. A análise química do solo, anterior à instalação dos experimentos, sob PM e PC, evidenciou valores de pH-H<sub>2</sub>O de 5,5 e 5,4, fósforo (Mehlich-1) de 12 e 34 mg kg<sup>-1</sup>, potássio de 185 e 279 mg kg<sup>-1</sup>, e cálcio + magnésio de 10,0 e 8,7 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Spagnollo, 2000).

### Delineamento experimental e tratamentos

O experimento I foi efetuado no sistema de preparo mínimo, de 1993 a 1998, com a abertura de sulcos para semeadura do milho com arado de tração animal estreito (10 cm) de fabricação artesanal. O experimento II foi realizado no sistema de preparo convencional, de 1994 a 1998, com uma aração e duas gradagens, utilizando implementos de discos com tração mecanizada. Nos dois experimentos, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições.

As parcelas principais (5 x 24 m, para o PM, e 6 x 24 m, para o PC) consistiram de cinco sistemas de cultura. Em quatro sistemas de cultura, realizou-se o cultivo intercalar ao milho de espécies leguminosas [feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.), guandu anão (*Cajanus cajan* L.) cv. roxo, mucuna cinza (*Stizolobium niveum* Kuntze) e soja preta (*Glycine* sp.)]. No quinto sistema de cultura, o milho foi cultivado isoladamente (tratamento-testemunha), ou seja, sem leguminosa intercalar. Nas subparcelas (5 x 8 m, para o PM, e 6 x 8 m, para o PC), aplicaram-se três doses de N mineral no milho (0, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>), sendo 1/3 na semeadura e o restante em cobertura aos 40-50 dias da emergência, utilizando a uréia como fonte de N. Não foram utilizados inoculantes para as leguminosas.

Em todos os anos e nos dois sistemas de preparo, o manejo do solo iniciou em junho, após a ocorrência das primeiras geadas, com a rolagem dos resíduos vegetais remanescentes do cultivo anterior. No PC, a adubação de manutenção e as operações de aração

e gradagem foram realizadas em setembro. No PM, a dessecação das plantas invasoras foi realizada, em agosto, com herbicida à base de glifosate; o sulcamento, a adubação de manutenção com P e K e a aplicação de 1/3 do N foram feitos no início de setembro. Em todas as subparcelas, aplicaram-se a lanço anualmente 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato triplo, e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio, as quais constituem as doses de reposição para rendimentos de 3-6 Mg ha<sup>-1</sup> de milho, recomendadas por Comissão (1995).

A semeadura do milho (variedade Cargill 701) foi realizada sempre na primeira quinzena de outubro, com espaçamento de 1,0 m entrelinhas, mantendo-se uma população aproximada de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A semeadura do guandu anão, feijão-de-porco e soja preta foi realizada 15 dias após a emergência do milho, enquanto a mucuna cinza, pelo seu rápido desenvolvimento inicial e pelo seu hábito de crescimento trepador, foi semeada em torno de 45 dias após a emergência do milho. Estes intervalos foram definidos a partir da avaliação de um experimento específico (L.P. Wildner, dados não publicados) e objetivaram diminuir a competição com o milho e obter a máxima produtividade de matéria seca pelas plantas de cobertura. Semeou-se manualmente uma linha destas espécies em cada entrelinha de milho, nas densidades de semeadura recomendadas (Monegat, 1996). O controle de ervas daninhas foi feito através de capinas manuais. As plantas de milho foram dobradas na fase de maturação fisiológica, visando à maior luminosidade para as plantas de cobertura (leguminosas).

### Avaliações efetuadas e análises químicas

Nas leguminosas, foram avaliadas a produção de matéria seca, nitrogênio e a relação C/N da fitomassa da parte aérea das plantas, coletadas numa área de 0,5 m<sup>2</sup> (0,5 x 1,0 m). A coleta foi realizada na plena floração (80 % das plantas com pelo menos uma flor) das espécies, a qual ocorreu no início de março, para o feijão-de-porco e soja preta, e no início de abril, para a mucuna cinza e guandu anão.

No milho, avaliaram-se a produção de matéria seca a quantidade de N na fitomassa da parte aérea e o rendimento de grãos. A matéria seca do milho foi avaliada no início do florescimento, coletando-se quatro plantas/subparcela (0,80 m<sup>2</sup>). O rendimento de grãos foi avaliado, na segunda quinzena de março, numa área útil de 21 m<sup>2</sup> no PM e de 28 m<sup>2</sup> no PC, padronizando-se para 130 g kg<sup>-1</sup> de umidade. A fitomassa das plantas de cobertura e do milho foi seca em estufa a 65°C até peso constante, quantificada, subamostrada e moída em moinho de facas. As análises de C e N no tecido foram feitas de acordo com os procedimentos descritos por Tedesco et al. (1995). Calculou-se a quantidade de N na fitomassa das leguminosas e do milho a partir dos dados de matéria seca (Mg ha<sup>-1</sup>) e da concentração de N no tecido vegetal.

### Estimativa da equivalência em N mineral (EqN)

A EqN das leguminosas foi estimada a partir das curvas de resposta do milho à aplicação de N mineral no tratamento-testemunha (sem planta de cobertura). A EqN das leguminosas correspondeu à quantidade de N necessária, no tratamento-testemunha, para promover o mesmo rendimento de grãos de milho obtido no tratamento com a planta de cobertura, sem aplicação de N mineral.

### Estimativa da recuperação do N da fitomassa das leguminosas pelo milho

Na estimativa da recuperação do N da fitomassa da parte aérea das leguminosas, considerou-se que a diferença do N absorvido ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) pelo milho, sem N mineral, nos tratamentos com e sem leguminosas em cultivo intercalar, foi proveniente da mineralização do N da fitomassa destas espécies do ano anterior. Esta diferença foi dividida pela quantidade de N contido na fitomassa das espécies do ano anterior ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), obtendo-se, assim, uma fração da quantidade total do N da fitomassa que foi absorvido pelo milho. Este valor foi multiplicado por 100 para ser expresso em percentagem.

### Análise estatística

Considerando os distintos níveis de fertilidade do solo nas duas áreas experimentais, a análise estatística dos efeitos das leguminosas estivais sobre as variáveis analisadas foi efetuada separadamente em cada experimento e consistiu na análise da variância. A diferença entre médias de tratamentos foi avaliada pelo teste de Tukey a 5 %. A relação entre as variáveis foi testada pela significância dos coeficientes de determinação de regressões polinomiais a 1 e 5 %.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Matéria seca, nitrogênio e relação C/N da fitomassa das leguminosas estivais

A matéria seca (MS) da parte aérea das leguminosas variou de 1,26 a 5,48  $\text{Mg ha}^{-1}$ , e o N na fitomassa, de 31 a 132  $\text{kg ha}^{-1}$  (Quadro 1), na média das safras e das doses de N. Quanto ao potencial de produção de MS e N na fitomassa, de maneira geral, as plantas de cobertura foram distribuídas em três grupos: mucuna cinza e guandu anão > feijão-deporco > soja preta. Todas as espécies apresentaram uma relação C/N baixa (< 20).

O desenvolvimento das plantas de cobertura variou entre as safras (dados não apresentados), o que, provavelmente, deveu-se à variação interanual da chuva, qualidade das sementes e à ocorrência de pragas e doenças. As produções inferiores de MS e as menores quantidades de N na fitomassa da soja preta foram relacionadas com a alta incidência de pragas nessa cultura, principalmente *Diabrotica speciosa* e *Anticarsia gemmatilis*.

As quantidades de MS e de N na fitomassa da mucuna cinza e do guandu anão ficaram dentro dos limites encontrados por Aita (1997), num levantamento dos resultados de diversos experimentos da região Sul do Brasil. Nesse levantamento, as produções de MS de espécies estivais para cobertura do solo, em cultivo isolado, variaram de 3,20 a 16,10  $\text{Mg ha}^{-1}$ , e o N na fitomassa da parte aérea variou de 60 a 260  $\text{kg ha}^{-1}$ . Por sua vez, o feijão-deporco e a soja preta apresentaram menor produção de MS e de N na fitomassa do que as estimadas por Aita (1997). Salienta-se, porém, que os valores de MS e N relatados pelo autor são referentes ao cultivo isolado das espécies, as quais, em cultivo intercalar, apresentam menor desenvolvimento pela competição com o milho pelos fatores ambientais.

**Quadro 1. Matéria seca, nitrogênio e relação C/N da fitomassa da parte aérea das leguminosas estivais, em cultivo intercalar ao milho, nos sistemas de preparo convencional (PC) e preparo mínimo (PM). Média de quatro safras no PC e de cinco safras no PM, de três doses de N e de três repetições**

Sistema de preparo	Leguminosa	Matéria seca	Nitrogênio	Relação C/N
		$\text{Mg ha}^{-1}$	$\text{kg ha}^{-1}$	
PC	Feijão-de-porco	1,51 b	48 b	13 c
	Guandu anão	5,48 a	132 a	19 a
	Mucuna cinza	4,99 a	130 a	16 b
	Soja preta	1,35 b	35 b	16 b
PM	Feijão-de-porco	2,83 c	89 b	14 d
	Guandu anão	5,01 a	119 a	19 a
	Mucuna cinza	4,29 b	118 a	15 c
	Soja preta	1,26 d	31 c	16 b

Em cada sistema de preparo, médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5 %.



### Fornecimento de nitrogênio pelas leguminosas e rendimento de grãos do milho

Considerando os diferentes níveis iniciais de fertilidade do solo nas duas áreas experimentais, o efeito do cultivo intercalar das leguminosas estivais sobre a cultura do milho foi interpretado individualmente nos experimentos, não sendo realizada comparação entre os sistemas de preparo convencional e mínimo.

O fornecimento de N pelas leguminosas foi avaliado através do efeito destas sobre a quantidade de N na fitomassa da parte aérea do milho, bem como pela EqN das espécies. Os resultados foram

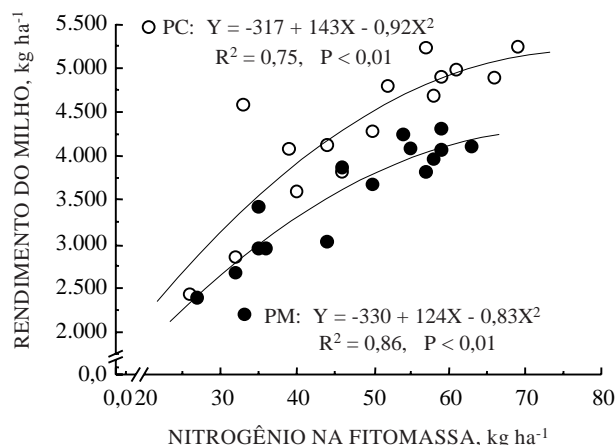
apresentados na média das safras, pelo fato de não se dispor de dados climáticos que permitam discutir as diferenças observadas entre as safras.

De maneira geral, o cultivo intercalar das leguminosas estivais determinaram um aumento na quantidade de N na fitomassa do milho, sendo este efeito mais expressivo na ausência de N mineral e no sistema de PC (Quadro 2). Na média das safras e sem N mineral, o aumento na quantidade de N na fitomassa do milho variou de 23 a 123 % (6 a 32 kg ha<sup>-1</sup>), no sistema PC, e de 18 a 63 % (5 a 17 kg ha<sup>-1</sup>), no sistema PM, relativamente ao tratamento-testemunha (Quadro 2).

**Quadro 2. Nitrogênio acumulado na fitomassa da parte aérea e rendimento de grãos do milho, com e sem cultivo intercalar de leguminosas estivais, nos sistemas de preparo convencional (PC) e preparo mínimo (PM). Média de quatro safras no PC e de cinco safras no PM e de três repetições**

Sistema de preparo	Leguminosa	Dose de N	Nitrogênio	Rendimento
			kg ha <sup>-1</sup>	
PC	Testemunha	0	26 b NS	2.428 cB
		60	39 b	4.079 bc A
		120	33 b	4.580 ab A
	Feijão-de-porco	0	44 ab B	4.127 ab B
		60	59 ab AB	4.900 a A
		120	69 ab A	5.239 a A
	Guandu anão	0	40 ab B	3.593 b B
		60	52 ab AB	4.794 ab A
		120	57 a A	5.230 a A
	Mucuna cinza	0	58 a NS	4.684 a NS
		60	61 a	4.976 a
		120	66 a	4.886 ab
	Soja preta	0	32 b B	2.851 c B
		60	46 ab AB	3.819 c A
		120	50 ab A	4.281 b A
PM	Testemunha	0	27 a A	2.391 c C
		60	36 b AB	2.949 b B
		120	54 a A	4.244 A
	Feijão-de-porco	0	44 a NS	3.023 ab B
		60	46 ab	3.871 a A
		120	59 a	4.069 ns A
	Guandu anão	0	35 a B	2.951 abc C
		60	57 a A	3.816 a B
		120	59 a A	4.309 A
	Mucuna cinza	0	35 a B	3.421 a B
		60	55 a A	4.081 a A
		120	63 a A	4.105 A
	Soja preta	0	32 a B	2.672 bc B
		60	50 ab AB	3.675 a A
		120	58 a A	3.963 A

Em cada sistema de preparo e dose de N, médias de plantas de cobertura seguidas de letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5 %. Em cada sistema de preparo e planta de cobertura, médias de doses de N seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5 %.



**Figura 1. Relação entre a quantidade de nitrogênio na fitomassa da parte aérea e o rendimento de grãos do milho, nos sistemas de preparo convencional (PC) e preparo mínimo (PM). Média de quatro safras no PC e de cinco safras no PM e de três repetições.**

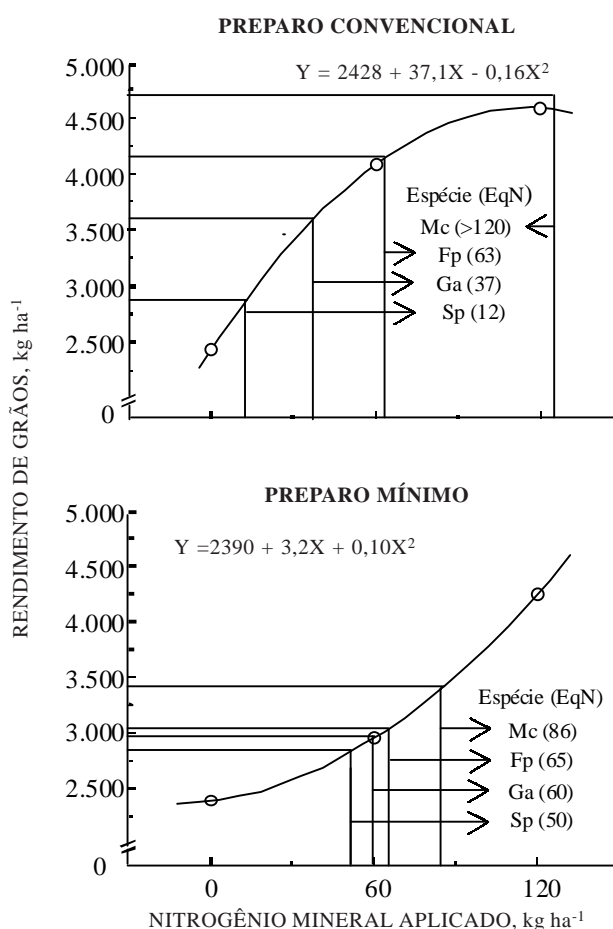
A maior quantidade de N na fitomassa, seja pelo cultivo intercalar das leguminosas, seja pela aplicação de N mineral, refletiu-se em maior rendimento de grãos do milho, em ambos os sistemas de preparo (Quadro 2 e Figura 1). Sem aplicação de N mineral, o rendimento do milho nos tratamentos com leguminosas em cultivo intercalar foi de 17 a 93 % (423 a 2.256 kg ha<sup>-1</sup>) maior do que no tratamento-testemunha (2.428 kg ha<sup>-1</sup>), no sistema de PC, e de 12 a 43 % (281 a 1.030 kg ha<sup>-1</sup>) maior do que no tratamento-testemunha (2.391 kg ha<sup>-1</sup>), no sistema PM (Quadro 2). Com aplicação de N mineral, o efeito das leguminosas no rendimento do milho foi menos expressivo.

Dentre as plantas de cobertura, a mucuna cinza foi a espécie que proporcionou os maiores incrementos no rendimento de milho, nos dois sistemas de preparo do solo. Carsky et al. (1998) verificaram, em solos de baixa fertilidade da África, que a mucuna, semeada intercalar, 45 dias após o milho, incrementou o rendimento de milho em 156 % a partir do segundo ano de cultivo, o qual passou de 1,17 Mg ha<sup>-1</sup> para 2,99 Mg ha<sup>-1</sup>. Em solos de alta fertilidade, entretanto, a utilização de mucuna não aumentou o rendimento de grãos de milho.

A EqN das leguminosas variou de 12 a > 120 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral no PC e de 50 a 86 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral no PM (Figura 2). Araújo & Almeida (1993), em um Podzólico Vermelho-Amarelo do estado do Rio de Janeiro, observaram que o feijão-de-porco resultou numa EqN de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N mineral para o milho. Scherer & Baldissera (1988), na região oeste de Santa Catarina, utilizando mucuna cinza intercalar ao milho, obtiveram uma EqN de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, valor bem inferior aos > 120 kg ha<sup>-1</sup> de N determinado no presente estudo.

A menor EqN observada pelos autores deveu-se, possivelmente, ao menor nível tecnológico empregado, principalmente com baixo uso de insumos, juntamente às condições climáticas menos favoráveis.

Não se verificou relação entre a quantidade de N na fitomassa do milho e a quantidade de N na fitomassa das leguminosas do ano anterior (dados não apresentados). É provável que isso tenha sido decorrente de uma assincronia entre a mineralização do N dos resíduos vegetais e a absorção de N pelo milho, o que pode ser inferido a partir da baixa recuperação do N da fitomassa das leguminosas pelo milho. No sistema PC, o milho recuperou apenas 28 % do N presente na fitomassa do feijão-de-porco do ano anterior, 11 % do N do guandu anão, 25 % do



**Figura 2. Equivalência em nitrogênio mineral (EqN, kg ha<sup>-1</sup> de N) do cultivo intercalar ao milho de espécies leguminosas estacionais, nos sistemas de preparo convencional (PC) e preparo mínimo (PM). A regressão representa o incremento no rendimento de grãos do milho com aplicação de N mineral no tratamento-testemunha, sem leguminosa intercalar. Média de quatro safras no PC e de cinco safras no PM e de três repetições (Mc = mucuna cinza; Fp = feijão-de-porco; Ga = guandu anão; Sp = soja preta).**

N da mucuna cinza e 17 % do N da soja preta. No sistema PM, a recuperação pelo milho do N das leguminosas foi normalmente menor do que no PC, respectivamente, 19, 7, 7 e 16 % do N do feijão-de-porco, guandu anão, mucuna cinza e soja preta.

A baixa recuperação pelo milho do N presente na fitomassa das leguminosas do ano anterior resultou, provavelmente, da decorrência de aproximadamente cinco meses entre o manejo com rolo faca das plantas de cobertura, em meados de junho, e o início de absorção efetiva de N pelo milho, ocorrido em torno de 30 dias após a emergência da cultura, ou seja, no final de outubro ou início de novembro. A baixa relação C/N das espécies e o inverno com temperaturas amenas da região determinam que, durante esse período, ocorra a mineralização de grande parte do N presente na fitomassa das leguminosas, o qual fica sujeito a perdas.

Como alternativa para aumentar a eficiência do sistema na ciclagem do N, é recomendada a utilização do solo no inverno com espécies de cobertura ou comerciais, como, por exemplo, a aveia preta, a qual atuaria na absorção do N no inverno, diminuindo a possibilidade de perdas de N por lixiviação.

O efeito positivo do cultivo intercalar das plantas de cobertura no fornecimento de N e no rendimento do milho demonstra o potencial de inclusão de leguminosas de ciclo estival em sistemas de produção de milho e, provavelmente, de outras culturas comerciais. Sua recomendação restringe-se basicamente a pequenas propriedades rurais, nas quais a colheita do milho é manual.

## CONCLUSÕES

1. O cultivo intercalar de leguminosas estivais aumentou o suprimento de N e, conseqüentemente, o rendimento de grãos do milho na safra seguinte.

2. A mucuna cinza promoveu maior fornecimento de N e rendimento de grãos do milho, seguida pelo feijão-de-porco e pelo guandu anão.

## LITERATURA CITADA

- AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO E CALAGEM, 3., Santa Maria, 1997. Palestras. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1997. p.77-111.
- AMADO, T.J.C. Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. 201p. (Tese de Doutorado)
- ARAÚJO, A.P. & ALMEIDA, A.L. Adubação verde associada a fosfato de rocha na cultura do milho. *Pesq. Agropec. Bras.*, 28:245-251, 1993.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. & PAVINATO, A. Sistemas de manejo do solo e seus efeitos sobre o rendimento do milho. *Ci. Rural*, 28:23-28, 1998.
- BLEVINS, R.L.; HERBEK, J.H. & FRYE, W.W. Legume cover crops as a nitrogen source for no-till corn and grain sorghum. *Agron. J.*, 82:769-772, 1990.
- CARSKY, R.J.; TARAWALI, S.A.; BECKER, M.; CHIKOYE, D.; TIAN, G. & SANGINGA, N. Mucuna- herbaceous cover legume with potential for multiple uses. Charlottesville, Resource and Crop Management Research, 1998. 52p. (Monograph, 25)
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - CFRS/SC. Passo Fundo (RS). Recomendações de adubação e calagem para o estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 3.ed. Passo Fundo, SBRS-Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 1995. 128p.
- DE MARIA, I.C. & CASTRO O.M. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um Latossolo Roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja. *R. Bras. Ci. Solo*, 17:471-477, 1993.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, Centro Nacional de Pesquisa de Solos-Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p.
- ERNANI, P.R. & GIANELLO, C. Efeito imediato e residual de materiais orgânicos, adubo mineral e calcário no rendimento vegetal. *R. Bras. Ci. Solo*, 6:119-124, 1982.
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA - IPEASC. Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 1998-1999. Florianópolis, Instituto CEPA/SC, 1999. 170p.
- JERANYAMA, P.; HESTERMAN, O.B. & SHEAFFER, C.C. Medic planting date effect on dry matter and nitrogen accumulation when clear-seeded on intercropped with corn. *Agron. J.*, 90:616-622, 1998.
- MONEGAT, C. Plantas de cobertura de solo: Características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó, Edição do autor, 1996. 337p.
- SALTON, J.C. & MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 19:313-319, 1995.
- SARRANTONIO M. & SCOTT, T.W. Tillage effects on availability of nitrogen to corn following a winter green manure crop. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52:1661-1668, 1988.
- SCHERER, E.E. & BALDISSERA, I.T. Mucuna: a proteção do solo em lavoura de milho. *Agropec. Catarinense*, 1:21-25, 1988.
- SCHERER, E.E. & CASTILHOS, E.G. Esterco de suínos como fonte de nitrogênio para milho e feijão da safrinha. *Agropec. Catarinense*, 7:25-28, 1994.
- SPAGNOLLO, E. Plantas de cobertura intercalares ao milho em sistemas de cultivo mínimo e convencional. Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2000. 121p. (Tese de Mestrado)
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.
- WILDNER, L.P. & DADALTO, G.G. Adubos verdes de verão para o Oeste Catarinense. *Agropec. Catarinense*, 5:03-06, 1992.

